

УДК 621.787.4

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВО-
ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ РОЛИКАМИ МАЛОГО
ДІАМЕТРУ ДЛЯ УТВОРЕННЯ РЕГУЛЯРНОГО
МІКРОРЕЛЬЄФУ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ**

Б.І.Бутаков, доктор технічних наук

О.О.Анісімов, асистент

Миколаївський державний аграрний університет

У статті розглянуто перспективи використання ППД роликами малого діаметру для утворення на поверхні деталі мікрорельєфу та зміцнення поверхні деталі. Дано обґрунтування використанню роликів малого діаметру для обкатування деталей.

В статье рассмотрены перспективы использования ППД роликами малого диаметра для образования на поверхности детали микрорельефа и упрочнения поверхности детали. Дано обоснование использованию роликов малого диаметра для обкатывания деталей.

Поверхні, що утворюються на деталях усіма відомими способами обробки, внаслідок неоднорідної пластичної деформації нерегулярні, хаотичні, що затрудняє, а часто робить неможливим вирішення задачі оптимізації мікрорельєфу поверхні, мінімізації її площі. Внаслідок цього дуже ускладнюється реалізація в промисловості стандарту на шорсткість поверхні. Таким чином, однією з найважливіших проблем в області якості поверхні є вишукування методів обробки, що забезпечують можливість утворення на поверхні деталей регулярних, тонко керованих, аналітично розрахованих мікрорельєфів [1].

Універсальним методом утворення регулярних мікрорельєфів у даний час є метод ППД, а точніше ППД тонкими гнучкими роликами, яка заснована на тонкій пластичній деформації поверхне-

вих шарів металу і складному відносному переміщенні по оброблюваній поверхні деформуючого елемента — ролика.

За рахунок одночасного, незалежного варіювання значень великого числа режимів параметрів поверхнево-пластичної деформації стає можливим утворення регулярних мікрорельєфів різних видів та зміцнення поверхні деталі. При цьому практично в необмежених межах змінюються і регулюються значення як стандартизованих, так і не стандартизованих геометричних параметрів якості поверхні.

Продуктивність процесу при обкатуванні деталей роликami визначається числом проходів, швидкістю обкатування, повздовжньою подачею ролика та профільним радіусом.

Збільшення профільного радіусу ролика також є одним із шляхів підвищення продуктивності обкатування. Однак, збільшення радіусу веде за собою відповідне підвищення робочого зусилля:

$$P_1 = 1,12 \cdot \sin^{0.3} \cdot \varphi \cdot \frac{b}{a} \cdot r_p^2,$$

де φ — середній кут вдавлення ролика в деталь, $\varphi = \frac{\varphi_a + \varphi_b}{2}$,

φ_a — кут вдавлення ролика в площині обертання деталі, φ_b — кут вдавлення ролика в площині подачі,

r_p — профільний радіус ролика,

b, a — напіввісі відбитку, відповідно в площині подачі та обертання деталі.

Наприклад, для обкатування валу діаметром 250мм, виготовленого з маловуглецевої сталі (НВ 140), при діаметрі обкатуючого ролика 100мм з профільним радіусом 20мм необхідне робоче зусилля 2,2кН, якщо радіус ролика збільшити вдвічі до 40мм, зусилля зростає до 6,3кН, вчетверо — 80мм — 18кН, у 8 разів — 160мм — 50кН. Величина допустимого зусилля, однак як правило, обмежується. На токарних верстатах середніх розмірів допускаються радіальні сили до 25кН та на більш великих токарних верстатах — до 60кН. Недостатня жорсткість деталей може внести додаткові обмеження робочого зусилля [2].

Крім того, реалізація більших робочих зусиль вимагає засто-

сування складних та тяжких обкатних пристроїв. Все це призводить до того, що збільшення профільного радіусу роликів при збереженні інших параметрів процесу обкатування дозволяє підвищити продуктивність лише в дуже малих межах.

Додаткові можливості відкриває зменшення діаметру ролика. Діаметр ролика не визначає безпосередньо величину повздовжньої подачі при обкатуванні, однак, від діаметра ролика зменшується розмір відбитку b , інакше кажучи, при даному допустимому зусиллі обкатування зі зменшенням діаметру ролика може бути збільшений його профільний радіус, а відповідно, збільшення подачі, і тим самим — підвищення продуктивності [3].

Таким чином, зменшення діаметру роликів є важливим резервом підвищення продуктивності процесу обкатування.

На рис.1. показано залежність оптимальної величини погонного зусилля обкатування від діаметру ролика.

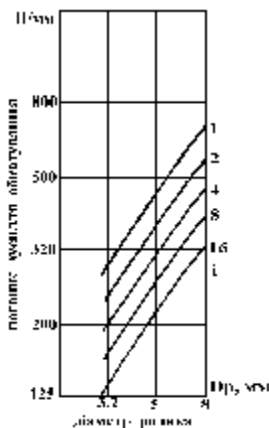


Рис.1. Залежність оптимальної величини погонного зусилля обкатування від діаметру ролика D_p

Ця залежність показує зусилля, які дозволяють отримати великі класи чистоти за 1, 2, 4, 8 та 16 приведених проходів. При цьому під приведеним числом проходів розуміється відношення

ширини контакту ролика з деталлю до величини повздожньої подачі ролика. Погонне зусилля обкатування змінюється пропорційно приведеній кривизні контакту в площині обкатування. При обкатуванні роликками малого діаметру, коли приведена кривизна визначається в основному кривизною ролика, погонне зусилля пропорційне діаметру ролика [4].

З метою визначення можливостей інтенсифікації процесу поверхнево пластичної деформації поверхневого шару за рахунок застосування в якості деформуючих елементів роликів малого діаметру (рис.2.) показано залежність шорсткості обкатаної поверхні від погонного зусилля обкатування для роликів діаметром 3; 4; 5 мм.

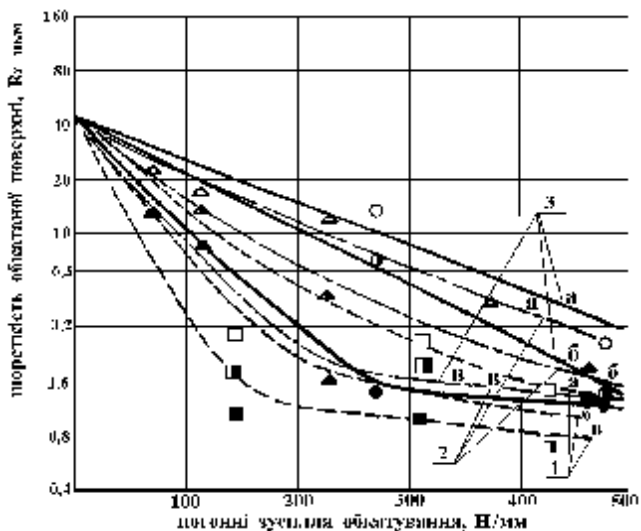


Рис.2. Залежність шорсткості обкатаної поверхні від погонного зусилля обкатування (R_z 80).
 1 – для ролика діаметром $D_p = 3$ мм; 2 – $D_p = 4$ мм; 3 – $D_p = 5$ мм;
 а – після одного проходів, б – після чотирьох проходів;
 в – після 16 проходів

Для кожного діаметру ролика побудовано три залежності після одного, чотирьох та шістнадцяти проходів. По мірі зменшення

діаметрів роликів при інших рівних умовах шорсткість зменшується, наближаючись до шорсткості самих роликів. Зростання погонного зусилля лише до деякої межі сприяє підвищенню чистоти обкатаної поверхні. При обкатуванні роликом діаметром 5мм після 16 проходів з погонним зусиллям 1200 Н/мм спостерігалось шолушіння поверхні.

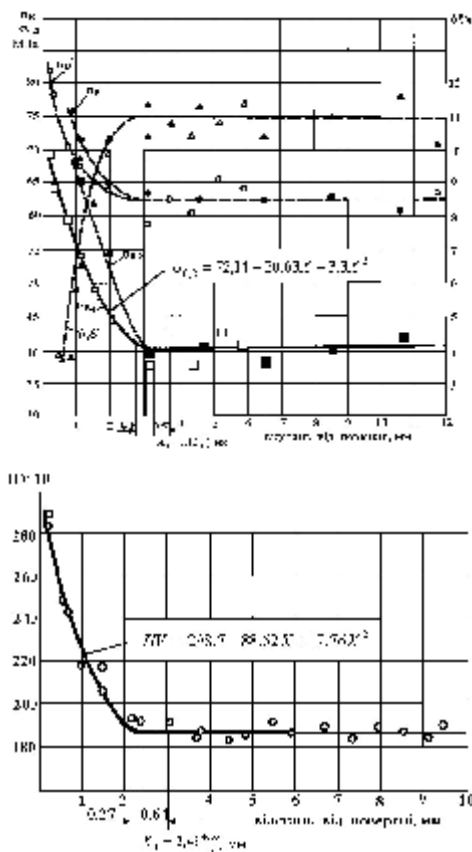


Рис.3. Механічні властивості поверхневого шару валів, обкатаних циліндричним роликом діаметром $D_p=5$ мм;

$S_B, S_{0,2}, d$ – властивості в круговому напрямку;
 $S^1_B, S^1_{0,2}, d$ – властивості в осьовому напрямку

Застосування циліндричних роликів малого діаметру збільшує ступінь наклепу за рахунок більшої кривизни ролика в поперечному розрізі. Залежність ступеня наклепу по прирощенню твердості HV10 від приведеної кривизни ролика та деталі близька до лінійної (див рис.3).

Умовна межа текучості та межа міцності поверхневого шару при обкатуванні роликами підвищується, а відносне повздовження відповідно знижується. Найбільшої зміни потерпіла межа текучості, яка збільшилася вдвічі від 400 до 820 МПа при відповідному прирості твердості лише 40% (від 185 до 260). Межа міцності зразків збільшилася меншою мірою, його підвищення приблизно відповідає росту твердості. Більшою мірою знижують пластичні властивості поверхневого шару обкатаних валів. Відносне подовження зразків знизилося в 2-3 рази [5,6].

Таким чином, можна зробити загальні висновки:

1. Використання роликів малого діаметру дозволяє ефективно обкатувати деталі при зменшених робочих зусиллях, що є перспективним шляхом для отримання регулярного мікрорельєфу на обкатаній поверхні. За рахунок зменшення загальної силової дії на деталь і верстат вдається обкатувати менш жорсткі деталі і використовувати менші за розмірами верстати.
2. Ролики малого діаметра можуть мати як круговий профіль з великим радіусом кривизни в осьовому перетині, так і прямолінійний профіль, закрутлений лише біля торців. Такі циліндричні ролики дозволяють застосовувати подачі, збільшені до 6-16 мм/об.
3. Межа текучості наклепаного шару зростає більше, ніж твердість (100-130% проти 20-60%). Завдяки цьому при зміні текучості більш чітко визначається межа деформованого шару. Застосування для обкатування циліндричних голчатих роликів малого діаметру призводить до різкого підвищення ступеня деформації в тонкому поверхневому шарі, що фіксується на оптичних мікрофотографіях по витяганню зерен у напрямі обкатування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технология поверхностной пластической деформации. Пшибильский В.: Пер. с польск.. – М.: Металлургия, 1991.- 479 с.
2. Бабей Ю. И., Бутаков Б. И., Сысоев В. Г. Поверхностное упрочнение металлов. – К.: Наук.думка, 1995.-256 с.
3. Бутаков Б. И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами // Вестник машиностроения. – 1984. – № 7. – С. 50-53.
4. Випускна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня “Магістр” за спеціальністю 8.091902 – “Механізація сільського господарства”. Миколаївський державний аграрний університет, Миколаїв, 2004. Анісімов О.О. “Дослідження та розробка способів і технологій утворення на зміцнених деталях регулярного мікрорельєфу”.
5. Бутаков Б. И. Способы обкатывания роликами винтов и червяков с крупным шагом в тяжелом машиностроении // Вестник машиностроения. – 1985. – № 3. – С. 44-50.
6. Бутаков Б. И., Третьяк М. Ф., Овчинников Ю. Г. Повышение эффективности реновации металлических деталей путем совмещения чистового и упрочняющего обкатывания роликами // Вестник машиностроения. – 2004. – № 7. – С. 59-67.